

露天礦的打眼工作



苏联 恩·弗·梅尼可夫著

煤炭工業出版社

內 容 提 要

書中敘述了用鋼繩式冲击鑽機與迴轉式鑽機鑽進炮眼的方法，並介紹了燒穿鑽孔的方法，各種類型的鑽機和鑿岩機械、鑽具與打撈工具的構造以及鑽頭的修理方法。

書中列舉了關於鑽機能力的資料和關於使用鑲裝硬合金鑽頭的方法。

本書可供露天礦鑽機司機及工程技術人員閱讀，亦可供礦業學院學生參考。

БУРЕНИЕ СКВАЖИН И ШПУРОВ НА ОТКРЫТЫХ РАЗРАБОТКАХ

苏联 Н. В. МЕЛЬНИКОВ 著

根据苏联国立煤礦技術書籍出版社 (УГЛЕТЕХИЗДАТ)

1953年莫斯科第一版譯

407

露天礦的打眼工作

白 靖 字等譯

煤炭工業出版社出版(地址：北京東長安街煤炭工總部)

北京市書刊出版業營業許可證出字第084號

北京市印刷一廠排印

新華書店發行

開本 78.7×109.2 公分 $\frac{1}{32}$ * 印張4 $\frac{1}{2}$ * 插頁2 * 字數79,000

1956年9月北京第1版

1956年9月北京第1次印刷

統一書號：15035·248 印數：0,001—3,100冊 定價：(10)0.65元

一九五七年六月六日

前 言

“露天採礦機械化”是為煤炭工業科學院學員所開的課程。該課包括：研究落煤的技術設備與機械化方法（爆破工作所用鑽孔與炮眼的鑽進），研究採裝（剷運機及電鏟工作）、水力機械化與排土工作。

煤炭工業科學院的露天開採教研組原準備為許多學科的學員編制教材。

闡述爆破工作所用鑽孔與炮眼鑽進機械化的書是第一部分。本書是結合著者為煤炭工業科學院學員在1951—1952和1952—1953學年以及本書出版之前所寫的講義編成。

H. B. 梅爾尼可夫教授

1872-1873

目 錄

前 言	3
引 言	4
第一章 鋼繩冲击式鑽進	7
1. 鋼繩冲击式鑽進的原理	8
2. 鋼繩冲击式鑽機	14
3. 鑽進工具(鑽具)	25
4. 鑽孔的清洗及打撈工具	32
5. 鋼繩冲击式鑽機的生產率	42
6. 鑽頭的修理	47
第二章 旋轉式鑽進	57
1. 鑽進垂直鑽孔用的鑽機	58
2. 鑽進水平和傾斜鑽孔用的鑽機	74
3. 旋轉式鑽機的生產率	81
第三章 露天礦炮眼的鑽進	86
1. 風鑽的冲击式鑽進	86
2. 鑽具及其修理	106
3. 電鑽的旋轉式鑽進	118
第四章 鑽孔与炮眼的燒穿	132

引 言

利用穿爆工作將岩石採落是採礦和剝離時最重要的操作之一。絕大多數的露天礦中都採用穿爆工作，這乃是由於這種方法能迅速的把岩塊從整體中分離出來從而提高了採裝機械的效率。

岩石就開採難易與採用穿爆工作的必要程度，根據“建築安裝工程的标准与單价”(1949年版)的分類，可以分為下列四類：

1. 松軟岩石。用機械或水力方法易從整體中採出，無須預先破碎的，如：沙、壩母及其他Ⅰ與Ⅱ級岩石。這些等級岩石僅在冬天才應用穿爆工作。

2. 中等致密與致密岩石。使用機械方法，特別是水力方法較難從整體中採出：凡重壩母，普通粘土與致密粘土，黃土，褐煤及其他Ⅲ級和部分Ⅳ級岩石均屬之。這些岩石在冬季使用電鏟開採時應用穿爆工作（在褐煤中全年應用爆破工作）。

3. 較硬岩石，很難直接從整體採出，故為便於開採，使用爆破工作加以破碎。凡特別致密而乾燥的粘土，含碎屑物質或頑石的粘土，泥灰岩，泥質頁岩，白堊及其他Ⅳ和Ⅴ級岩石均屬之。

4. 堅硬岩石，即所有的硬質岩石（Ⅴ級以上），非用穿爆工作不能從整體中採出者。

露天採掘工程中進行穿爆工作的方法有下列幾種：

1. 炮眼法，這種方法是把細長藥包放在用風鑽或電鑽打的直徑在 70 公厘以下的炮眼里。炮眼法由於其在工作面中不能保證炸落足夠數量的岩石而使電鎚不停的工作，因此，把它當作獨立方法來採用，目前是很少的。

2. 鑽孔法，使用鋼繩沖擊式或迴轉式鑽機鑽進的直徑大於 75 公厘的鑽孔。這種方法，由於能為電鎚在工作面里不停工作創造條件，所以在露天礦中採用最廣泛。採用鑽孔法有效地保證着電鎚一二週工作所需要的破碎岩石，並有供下次爆破用的備用鑽孔組，以保證炸落相同數量的岩石。

3. 藥壺式藥包法，這種方法是借助於藥包在鑽孔里“轟眼”的方法創造洞室，即可以放置大量集中藥包的藥壺。由於用這種藥包而縮減了鑽孔或炮眼的數目，因而減少了穿孔工作量。

但是，藥壺式藥包法不是在所有岩石中都能得到要求的藥壺形和令人滿意的爆破效果的（主要就岩石塊度而言）；所以這種方法是有局限性的。

4. 洞室大爆破法，在專門佈置在水平坑道（爆破平窿）和垂直坑道（爆破小井）內的洞室中放置集中藥包。

洞室法很少採用，主要是用在必須進行破碎或鬆動硬質或極堅硬岩石整體的時候。這種方法很難保證露天梯段與平盤的規則形狀。

5. 混合法，混合方法有：細長藥包與炮眼相結合，細長藥包與藥壺式藥包或其他各種爆破方法的組合。

此外，現有的輔助爆破方法有安置式或裸露式藥包：破碎基本爆破工程所造成的不合規格的岩塊（炸碎大塊岩石也可以借助小炮眼來進行，這時藥包是放在直徑為30—35公厘的炮眼里）。

對穿爆工作的基本方法提出的要求如下：

1. 工作面中的爆破岩量應當保證採掘裝載機械（電鏟）不停的工作。爆破與裝載工作之間儘可能不要造成某種牽制，而使穿孔與裝載機械由於相互影響而發生停頓。

2. 炸落與破碎的岩石應使“不合規格的”岩塊，即使用電鏟不能裝入車輛的大塊數量最少。

3. 工作面內的岩石爆堆應當是緊密的，並呈便於採掘的形狀，以保證電鏟的高度生產率。

4. 穿爆工作的方法應當是既安全、又經濟、並能保證最高勞動生產率的。

在露天開採煤田時，主要是用細長藥包進行穿爆工作。由於岩石性質不同，使用鋼繩沖擊式或迴轉式鑽機穿孔。至於在使用電鑽打的炮眼中裝小藥包的爆破工作乃是輔助的方法。

第一章 鋼繩冲击式鑽進

露天開採在現代化機械化和採用主要機械——電鏟的條件下，為了使設備能有效利用和協調動作，就必須改變採落方法、運輸和排土工作的機械化方法。

風鑽鑽進和炮眼爆破法，絕大多數情況下都不能在工作面里保證電鏟有足夠數量的破碎岩石，因此，鋼繩冲击式鑽進和大爆破就成為一種對採落和有效使用電鏟來說完全必需的方法了。

在鋼繩冲击鑽進並使用細長藥包進行爆破時，成組地爆破鑽孔是可能的，從而保證了電鏟工作面為若干天（週）工作所需要的爆破岩石。隨著破碎岩石的採盡，鋼繩冲击式鑽機就為下次爆破準備出新的鑽孔組。所以這種穿爆工作就保證了採礦機械化的合理原則之一——獨立原則：即爆破與裝載工作，在正常情況下，不致由於互相牽制而引起停頓。

實踐證明，鋼繩冲击式鑽進與其相應的爆破工作，較之壓氣鑽進與炮眼爆破法具有下列優點：

1. 鋼繩冲击式鑽進在工作中比較可靠並符合露天採礦工作全盤機械化的要求。

2. 鋼繩冲击式鑽進可以安全地開採很高的梯段，因此，使企業準備工作與開採工作的費用降低（工作水平及軌道數目較少等）。

3. 鋼繩冲击式鑽進時，可以使用大型裝載與運輸設備，而使採掘有益礦物和剝離岩石的工作廣泛地機械化。

4. 鋼繩冲击式鑽進較之壓氣鑽進（當具有適當的條件時）效率高；使用鑽孔爆破法可節省炸藥、雷管和導爆綫（電力起爆時是電綫）。

5. 使用冲击式鑽進和細長藥包可減少從事採落工作的人數，並顯著地提高其生產率。

6. 鋼繩冲击式鑽進在工作面里可以儲存爆破岩石，因之爆破與裝載之間互不干擾，同時也克服了穿孔與裝載機械由於相互牽制的原因而引起的停頓現象。

1. 鋼繩冲击式鑽進的原理

鋼繩冲击式鑽進的方法如下：鑽機借助於平衡桿（有時把它叫做冲击輪）的擺動，時而升起鑽具（由鑽頭，鑽桿和鋼繩接頭組成），時而快速地放下它，儼如自由落體。鑽具下落時所產生的動力，促使鑽頭冲击鑽孔工作面而破壞岩石。每次冲击後迴轉一個不大角度，從而為均勻地破壞全部鑽孔工作面創造了條件。

鑽頭破壞岩石的過程如圖 2 所示。

在鑽進過程中定期的往鑽孔里注水，所以被破碎的岩屑變成懸浮狀態，形成所謂鑽泥，再用專門的設備——泥泵不時將之從鑽孔中吸出。

鑽進時，在每次冲击之後，必須迴轉鑽具，並經常觀察鑽具在孔內的狀況；否則就可能使鑽孔歪斜、發生事故等。

鑽機的冲击机械是由下列部件所組成(圖3): 由主軸2帶動旋轉的齒輪1, 借助於連桿3使平衡架4和冲击輪5作搖擺运动。在平衡架搖擺時, 冲击輪5沿弧綫作往復运动, 时而拉張掛着鑽具10的鋼絲繩6, 时而迅速放松。拉張与放松时期应当符合於合理的鑽進方法。

掛着鑽具10的鋼絲繩6繞过鑽塔頂部天輪8而固定於提升絞車7的滾筒上。

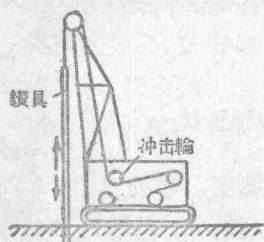


圖1 鋼繩冲击式鑽機的示意圖

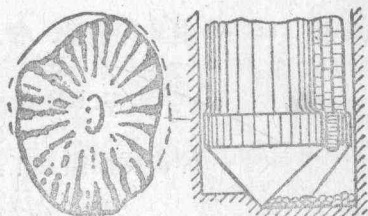


圖2 在鑽孔工作面上岩石的破坏情况

天輪8支在由彈簧或一套膠皮圈与金屬圓盤組成的緩冲器上, 故能在鑽具升降时緩冲鑽塔和鑽機机械所產生的动力負載。

鑽進時下放鋼繩應使鑽具剛好碰到鑽孔工作面。這時由於壓縮緩冲器使鑽頭鑽入岩石。同時鑽頭不停的冲击工

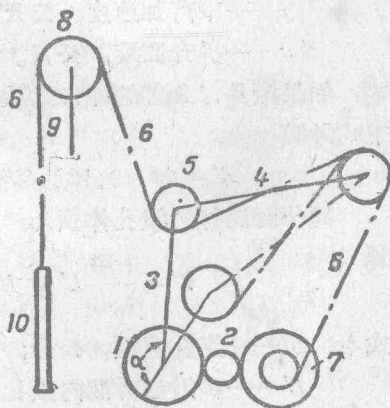


圖3 鑽機冲击机械示意圖

作面，並立即跳回，以減輕其向上的運動。

因此，由於鑽具對鑽孔工作面的衝擊而使鑽孔延深，顯然延深的速度是與鑽具落下所產生的動力和單位時間內的衝擊次數有關的。

下面的簡單計算可以表明鑽孔延深速度的變化過程。

鑽具對鑽孔工作面的衝擊力等於

$$A = \frac{m \cdot v^2}{2} = \frac{0.102G(\sqrt{2jh})^2}{2} = 0.102jch \text{ 公斤公尺}, (1)$$

式中 m ——鑽具的質量，等於

$$\frac{G}{g} = 0.102 \text{ 公斤} \cdot \text{秒}^2 / \text{公尺};$$

v ——衝擊瞬間鑽具下落的速度，等於

$$v = \sqrt{2jh} \text{ 公尺/秒};$$

G ——鑽具的重量，公斤；

j ——下落加速度，公尺/秒²；

h ——提升高度，公尺。

如果鑽具每分鐘的衝擊次數為 n ，則它所作的功將由下式計算：

$$A' = An = 0.102jGhn \text{ 公斤公尺}. (2)$$

同一時間打的鑽孔體積為

$$V' = \frac{\pi d^2}{4} L' \text{ 立方公分}, (3)$$

式中 d ——鑽孔直徑，公分；

L' ——純鑽進時間內鑽孔工作面每分鐘的進度，公分。

根据 П.П. 那札洛夫的研究, $\alpha = \frac{A'}{V'}$ 比例, 把它叫做鑽進單位體積鑽孔所作的單位功, 这对每种岩石其值都是或大或小的常数。

α 的平均值根据 П. П. 那札洛夫的資料如下: 次於中等硬度的岩石(頁岩, 軟質石灰岩及其他)——10, 中等硬度岩石(砂岩, 硬質泥灰岩, 白云石及其他)——14, 中等硬度以上的岩石(致密鉄礦石, 不坚硬的石英)——20, 相当坚硬的岩石(磁鉄礦, 大理石, 硬質石灰岩)——27, 坚硬岩石(坚硬石英)——35, 很坚硬的岩石——50, 最坚硬的岩石——70 和特別坚硬的岩石——100。

將(2)与(3)方程式合併, 我們則得每分鐘純鑽鑽孔工作面的進度

$$L' = \frac{4A'}{\pi d^2 \alpha} = \frac{4 \times 0.102 j G h n}{\pi d^2 \alpha} = 0.13 \frac{j G h n}{d^2 \alpha} \text{公分/分鐘.} \quad (4)$$

根据方程式(4)可以得出重要的結論: 鋼繩冲击式鑽進的速度与鑽具的重量、提升高度、冲击的頻率、落下的加速度成正比, 而与鑽孔直徑的平方和鑽進單位體積鑽孔所需的單位功成反比。

因此, 用增加鑽具重量(首先是在实际上可能範圍以內增加鑽具的直徑和長度, 而其直徑和長度又決定於鑽孔直徑和鑽機構造), 增加鑽具的下落高度和冲击次数都能提高鑽進的速度。

鑽具的最大重量是

$$G_{\text{макс}} = \frac{\pi d_r^2}{4} L \gamma = \frac{\pi (Kd)^2}{4} (H - 2h) \gamma$$

$$= (2.7 - 4.0) d^2 (H - 2h) \text{ 公斤} \quad (5)$$

式中 d_r ——鑽具的鑽桿直徑，公分；

L ——鑽具的長度，公分；

K ——鑽桿直徑與鑽孔直徑(d)之比。正常值 $K = 0.70 - 0.90$ ；

H ——鑽機的鑽塔高度：從所在水平到天輪中心的高度，公分；

h ——鑽具提升的高度，公分；

$2h$ ——開始鑽進時鑽具擺動所需的鑽塔後備高度，大約等於鑽具提升高度的二倍；

γ ——鋼的容重($\gamma = 7.85$ 克/立方公分)。

根據方程式(5)可以求出鑽孔的可能直徑

$$d = (0.52 - 0.63) \sqrt{\frac{G_{\text{макс}}}{H - 2h}} \text{ 公分} \quad (6)$$

因之，鑽孔直徑與鑽具的最大重量有關，因而也就與鑽機的構造有關。

減小鑽孔直徑往往是不合理的，這是因為由於縮小了鑽孔的容積而影響到爆破工作參數，而且減小直徑，就把鑽桿的直徑縮小，從而也減輕了鑽具的重量。

同時必須考慮到正如經驗所證明的一樣：鑽孔直徑稍大於鑽頭鑿刃的長度，而其容積較之理論數值是加大了。岩石愈硬則鑽孔擴大的程度就愈小。

在各種硬度的岩石中使用鋼繩沖擊鑽進時，鑽孔直徑

的擴大系数已列於表 1。

在各种硬度的岩石中使用鋼繩冲击式鑽進時 表 1
鑽孔直徑的擴大系数

岩石按照統一分类的等級	鑽孔擴大系数	岩石按照統一分类的等級	鑽孔擴大系数
1	1.07	6	1.13
2	1.08	7	1.16
3	1.09	8	1.18
4	1.10	9	1.22
5	1.11	10	1.26
		11	1.30

鑽具每分鐘可能達到的冲击次數，可由“鑿岩工程”中查得。

当平衡架擺動太快時，將使鑽具在未達工作面時即向上提起。在這種情況下可能產生劇震，引起拉斷鋼繩或破壞鑽機機械的事故。

經驗与研究証明：如果鑽具在鑽孔中加速落下的時間与齒輪 1 (圖 3) 轉動 α 角，即相當於冲击輪上行的時間相等，那麼就可以保證鑽機的正常工。 α 角視鑽機構造而有所不同，一般均小於 180° ；我國鑽機的 α 角等於 $167-177^\circ$ 。

在符合於這個 α 角值的時候，鑽具一開始好像“落后”於冲击輪而落下，使鋼繩松弛；在後半行程冲击輪的運動漸趨緩慢時，鑽具利用鋼繩的松弛，以加速度繼續下落，

最后在冲击瞬間“赶上”冲击輪，使能立即开始平緩上升。

冲击輪向上运动的时间为

$$t = \frac{60\alpha}{n360} = \frac{\alpha}{6n} \text{ 秒。} \quad (7)$$

鑽具加速下落的时间用下式求算

$$t = \sqrt{\frac{2h}{j}} \text{ 秒。} \quad (8)$$

令(7)与(8)方程式相等，求出标准冲击次数，应当是

$$n = \frac{\alpha}{6t} = \frac{\alpha}{6\sqrt{\frac{2h}{j}}} = 0.118\alpha\sqrt{\frac{j}{h}}. \quad (9)$$

根据公式(9)可知在提升高度增大时必须降低冲击頻率，而随高度的减小則应增加冲击頻率。

鑽具在鑽孔中下落的加速度与泥柱的密度和高度有关，並等於 6.5 到 5.0 公尺/秒²。为了保証可靠的下落加速度，必須及时地把鑽孔內的鑽泥清洗出來。

目前每分鐘鑽头的冲击次数 50—56 認為是合理的。冲击次数減少时鑽机的效率就会降低。

每分鐘冲击 40—50 次，在消滅事故开始鑽進与矯正歪斜鑽孔时也可以採用。

2. 鋼繩冲击式鑽机

鋼繩冲击式鑽机(圖 4, a)有：全金屬構架和保証鑽机最大移动速度的走行履帶，这在露天採礦工程中是很重要的。

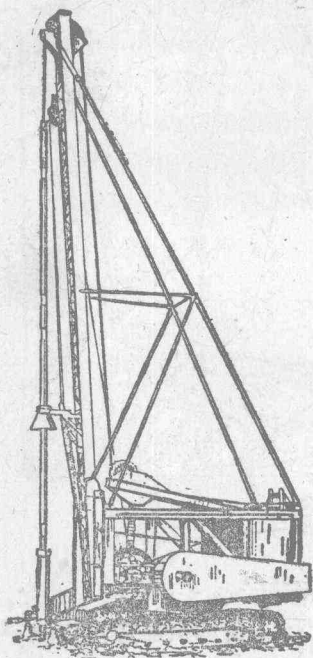


圖 4,a 鋼繩冲击式鑽机

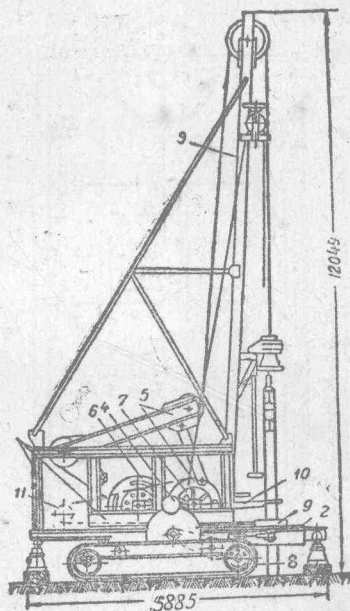


圖 4,6 鋼繩冲击式鑽机示意圖

鋼繩冲击式鑽机的主要部件如下：机架1，工作台2，鑽塔3，主軸(分配軸)4，冲击机械5，鑽具絞車6，泥泵絞車7，走行机械8，提升鑽塔用的絞車，拆裝鑽具的机械9，操縱机械10与电动机11。

BY-2型鑽机的傳动系統如圖5所示。在这个系統圖中电动机1通过平皮帶傳动2及皮帶輪3和5使主軸4轉动。主軸把旋轉运动傳給鑽机的其他机械。